

10606146

## Micro-gripper for micro-assembly with substrate and microstructural body

Patent Number: DE19523229

Publication date: 1997-01-02

Inventor(s): SALIM RIAD DIPL ING (DE)

Applicant(s): SALIM RIAD DIPL ING (DE)

Requested Patent:  DE19523229

Application Number: DE19951023229 19950627

Priority Number(s): DE19951023229 19950627

IPC Classification: B25J15/08; G12B1/00; H05K1/18; H01L21/68; G02B6/36

EC Classification: H01L41/09, B25J7/00, B25J15/02, G02B6/36, G12B1/00, H05K13/04A

Equivalents:  DE19648165

### Abstract

The transfer points receiving the force following a voltage application are designed as bending joints (6,7,8,9), which are elastically deformed as a result. The force or the movement is so transferred with a translation ratio at the driven elements i.e. the gripper arms (2,3), that these move away from each other or move together. The gripping jaws of the micro-gripper are provided with V shaped elements. The gripping jaws are equipped with sensor components. The gripping surfaces are coated with piezoelectrical material, by means of which the gripping force can be converted in to electrical signals. The gripping arms are provided with electric conducting paths.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19) BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

(20) Offenlegungsschrift  
(10) DE 195 23 229 A 1

(51) Int. Cl. 6:  
B 25 J 15/08  
G 12 B 1/00  
// H 05 K 1/18, H 01 L  
21/68, G 02 B 6/38

(71) Anmelder:  
Salim, Riad, Dipl.-Ing., 98693 Ilmenau, DE

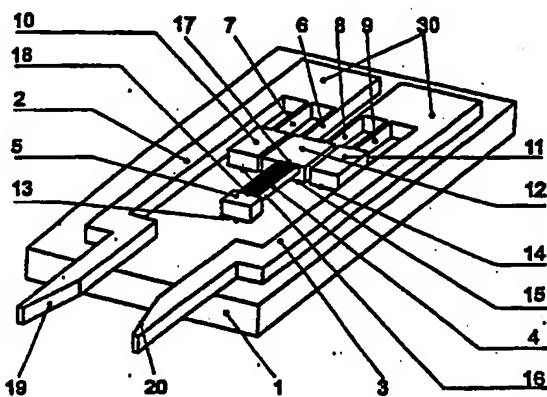
(72) Erfinder:  
gleich Anmelder

(54) Mikrogreifer für die Mikromontage

(55) Dem Einsatz klassischer Greifsysteme in der Mikromontage stehen die Abmaße der Gesamtsysteme, die Gestaltung und Sensibilisierung von Greifwerkzeugen entgegen. Lineare Verkleinerung herkömmlicher Greifer kann nicht erfolgen, da die geforderten Greifsysteme selbst mikrotechnische Systeme darstellen. Der neue Mikrogreifer soll durch seine Eigenschaften, wie Integration sensorischer Fähigkeit, Abmaße und verlust- und spielfreie Bewegungsübertragung eine neue Lösung für die Mikromontage realisieren.

Der Mikrogreiferkörper (30) ist aus Silizium und zusammen mit einem Piezotranslator (4) auf einem Substrat (1) befestigt. Bei Längenänderung des Piezotranslators (4) verformen sich die elastischen Biegegelenke (6, 7 und 8, 8) und leiten die Bewegung weiter. Dadurch bewegen sich die Greifarme (2, 3) auseinander bzw. zueinander. Diese Bewegung dient dem Greifen eines Elementes zwischen den Greifflächen (19, 20).

Der Mikrogreifer ist besonders für Greifen, Erfassen und Handhaben von mikrooptischen, beispielsweise Lichtwellenleitern und kubischen Mikrolinsen, mikroelektronischen, wie Chipbauteilen, mikromechanischen und dergleichen Bauteilen geeignet.



DE 195 23 229 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingerichteten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 10. 88 602 001/484

5/25

DE 195 23 229 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Mikrogreifer für die Mikromontage entsprechend dem Oberbegriff von Anspruch 1.

Der Mikrogreifer ist besonders für Greifen, Erfassen und Handhaben von mikro-optischen, mikroelektronischen, mikromechanischen und dergleichen Bauteilen geeignet. Greifer und Handhabungsroboter hoher Flexibilität und Zuverlässigkeit sind in der Elektronik und in vielen Gebieten des Maschinenbaus in breitem Einsatz. Aber dem Einsatz solcher herkömmlicher Greifsysteme in Mikrosystemen, Mikrohandling, Mikromontage und Mikrofertigung stehen sowohl die Abmaße der Gesamtsysteme als auch die Gestaltung, Steuerung und Sensibilisierung von Greifwerkzeugen entgegen. Eine lineare Verkleinerung klassischer Greifer kann nicht mehr erfolgen, da die geforderten Greifsysteme selbst mikrotechnische Systeme darstellen. Deshalb muß nach neuen Lösungen auf mikrotechnischer Basis gesucht werden. Einen weiteren besonderen Schwerpunkt der Entwicklung von Greifsystemen stellt die Integration sensorischer Fähigkeiten dar.

Aufgabe der Erfindung ist, auf mikrotechnischer Basis einen Mikrogreifer zu entwickeln, der durch seine Eigenschaften, wie Integration sensorischer Fähigkeit, Abmaße, Materialeigenschaften und verlust- und spiel-freie Bewegungsübertragung eine neue Lösung für den Einsatz von Mikrogreifern in der Mikromontage darstellt. Diese Aufgabe wird durch einen Mikrogreifer mit den Merkmalen von Anspruch 1 gelöst. Die weiteren Ansprüche geben vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung an.

Die Erfindung wird im folgenden anhand von Figuren erläutert.

Fig. 1 zeigt vereinfacht eine perspektivische Ansicht des Mikrogreifers.

Fig. 2 zeigt in übertriebener Darstellung einen Mikrogreifer, wobei hier die Bewegung einschließlich der Greiffunktion veranschaulicht wird.

Fig. 3 zeigt ein Ausführungsbeispiel mit vorteilhaften Eigenschaften.

In Fig. 1 ist vereinfacht ein Mikrogreifer perspektivisch dargestellt. Der Mikrogreiferkörper 30 ist aus Silizium hergestellt und zusammen mit einem Piezotranslator 4, der als monomorphe Antrieb dient, auf einem Substrat 1, etwa Siliziumwafer, so befestigt, daß sich bei einer Längenänderung des Piezotranslators 4, hervorgerufen durch Anlegen elektrischer Spannung, die Kraftübertragungsstellen, die gezielt so konstruiert sind, daß sie als elastische Biegegelenke (6, 7 und 8, 9) dienen, elastisch verformen und dadurch die Kräfte bzw. die Bewegung mit einem bestimmten Übersetzungsverhältnis weiterleiten, so daß sich die Greifarme 2, 3 auseinander bzw. zueinander (bei der Rückstellung) bewegen. Diese Bewegung dient dem Greifen eines Elements, das sich zwischen den beiden Greifflächen 19, 20 befindet.

Die Herstellung eines nach diesem Prinzip funktionierenden Mikrogreifers kann wie folgt realisiert werden: Silizium ist aufgrund seiner mechanischen Eigenschaften oftmals neben Glas das Basismaterial mikromechanischer Bauelemente. Da die Streckungsgrenze mit der Bruchspannung zusammenfällt, d. h. es treten keine plastischen Verformungen auf, ist Silizium durch Hysteresefreiheit und Alterungsbeständigkeit als mechanischer Werkstoff ausgezeichnet einsetzbar. Diese vorteilhaften Eigenschaften werden hier für die Herstellung des Mi-

krogreifers eingesetzt.

Aus einem beidseitig polierten (100)-Siliziumwafer mit 240 µm Dicke wird die Greiferstruktur 30 mittels den bekannten Strukturierungsprozessen, Lithographie und anisotropes Ätzen herausgearbeitet, wobei hier der Siliziumwafer von beiden Seiten bearbeitet wird, bis eine Durchätzung erfolgt ist. Die auf diese Weise gewonnene Greifstruktur besitzt einen sechseckigen Querschnitt, bedingt durch die Kristallorientierung des Siliziums.

Anschließend wird die Greiferstruktur 30 auf dem Siliziumsubstrat 1 angebracht und mittels Spezialkleber oder Bonden so befestigt, daß nur die gemeinsamen Berührungsflächen (14, 16) zwischen dem Substrat 1 und den Strukturteilen 10 und 12 geklebt bzw. gebondet werden. Der Rest der Greifstruktur 30 bleibt in Berührung mit dem Substrat 1 ist aber entlang der gemeinsamen Berührungsfläche axial verschiebbar.

Der Piezotranslator 4 der Dicke 200 µm wird durch Bonden oder durch speziellen Kontaktkleber kontaktiert und an seine Stirnfläche 17 mit der Stirnfläche des Strukturteils 12 waagerecht mit Spezialkleber geklebt. Das zweite Ende 18 des Piezotranslators 4 wird an einem Befestigungsteil 5, etwa aus Silizium, über der gemeinsamen Fläche 18 geklebt. Teil 5 wird auf dem Siliziumwafer 1 nachträglich mittels Bonden oder Kleben der gemeinsamen Berührungsfläche 13 befestigt.

Fig. 2 zeigt in übertriebener Darstellung einen Mikrogreifer, an dem die Funktionsweise verdeutlicht wird.

Durch Anlegen einer elektrischen Spannung erfährt der Piezotranslator 4 eine Längenänderung und zieht sich zusammen (in diesem betrachteten Fall). Über das Strukturteil 12, das mit dem Piezotranslator in Bewegung gesetzt wird, werden die Kräfte weiter an die Teile 6, 7 und 8, 9 übertragen. In diesen Teilen entstehen mechanische Spannungen, die kleine lokale elastische Deformationen verursachen. Diese Strukturteile sind so konstruiert, daß sie sich unter mechanischer Spannung, die weit unter der Bruchspannung von Silizium liegt, elastisch verformen. Das bedeutet, daß die kleinen elastischen Deformationen im elastischen Bereich bleiben (Hooke'sches Gesetz). Die Auslenkung bzw. die Bewegung der Greiffläche 19, 20 der Greifarme 2, 3 ist über ein Übersetzungsverhältnis, das von der Länge der Greifarme sowie vom Abstand zwischen 6 und 7 bzw. 8 und 9 abhängt, ermittelbar. Ebenfalls lassen sich aufgrund der Hysteresefreiheit des Siliziums die Greifkräfte ermitteln.

Fig. 3 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel, das weitere vorteilhafte Eigenschaften besitzt.

Die Biegegelenke 6, 7, 8, 9 haben hier eine andere Form, die bessere elastische Eigenschaften besitzt. Durch die Abdünnung wird die Elastizität dieser elastischen Gelenken erhöht.

Eine weitere vorteilhafte Eigenschaft dieses Beispiels ist, daß die Greifarme 2, 3 mit elektrischen Leitungen 25, die als Zuleitung für elektronische Sensorkomponenten 31, 33 auf der Oberfläche der Greifbacken dienen, versehen sind. Die unter 26 bezeichneten Teile dienen der Kontaktierung des Piezotranslators. Das Beispiel in Fig. 3 besitzt noch den Vorteil, daß die Greifbacken 27, 28 mit Formelementen 29 ausgestattet sind. Das Teil 29 kann aus Silizium durch anisotropes Ätzen hergestellt werden. Eine solche Anordnung ist für das Greifen bzw. Klemmen von Lichtwellenleitern (LWL) geeignet.

Der wesentliche Vorteil des erfindungsmäßigen Mikrogreifers besteht in dessen Herstellung aus Silizium.

Dadurch ist die Möglichkeit der Integration anderer mikrotechnischer Elemente sowie die sensorische Fähigkeit gewährleistet. So ist es möglich, piezoelektrische Schichten, z. B. piezoresistive, an den Greifflächen zu integrieren, um die Greifkraft in ein elektrisches Signal umzuwandeln und dadurch kann die Greifkraft an das zu greifend Element angepaßt werden.

In dem hier entwickelten Mikrogreifer werden die mechanischen Eigenschaften von Silizium genutzt. Die mechanischen Eigenschaften von Silizium, die teilweise denen von Stahl nachkommen, werden hier eingesetzt, um verlustfreie Rückstellung der Greiferbacken, durch die Elastizität der Biegegelenke zu erreichen. Durch die vorteilhafte Anordnung von Piezotranslator und Greiferstrukturen folgt die Kraftübertragung spielfrei und ohne Verluste, d. h. die vom Piezotranslator verursachte Auslenkung der Greiferbacken ist gleich aber entgegengesetzt der Auslenkung, die durch die Rückstellkraft der Biegegelenke entsteht.

Ein weiterer Vorteil des erfundungsmäßigen Mikrogreifers besteht darin, daß es möglich ist, in den selben Herstellungsschritten weitere Formelemente zu realisieren, wie pyramidenförmige Vertiefungen, V-Nut oder definierte Strukturen auf die Greifbacken, die zum Greifen durch Formschluß oder zum Anbringen weiterer sensorischer Elemente dienen können.

Die Greiferbacken bilden durch die günstige planare Anordnung der Greiferstrukturen ein Gehäuse für das Piezoelement, das so plaziert ist, daß es keinen zusätzlichen Platz außerhalb des Mikrogreiferkörpers in Anspruch nimmt und dadurch eine kompakte Bauform möglich ist.

Eine weitere vorteilhafte Eigenschaft ist, daß durch die Technologie und Herstellungsverfahren, mit denen der Mikrogreifer hergestellt wird, wie beispielsweise Ätzen, es möglich ist, verschiedene Mikrogreifer herzustellen, die sich in Hinsicht auf Abmaße, Form und Greifkräfte an das zu manipulierende Element anzupassen.

Durch die vorteilhafte Anordnung von Mikrogreifer und Piezotranslator ist es möglich, die Greiferstrukturen mit Leiterbahnen z. B. für die Sensorik zu versehen, ohne daß die Leiterbahnen beim Greifen mechanisch beansprucht werden, da sie sich auf der Oberfläche befinden, in der keine Deformationen stattfinden.

5

10

15

20

25

30

35

45

Übersetzungsverhältnis an den Abtriebsgliedern (Greiferarmen) (2, 3) so übertragen, daß sich die Greiferarme (2, 3) auseinander bzw. zueinander bewegen.

2. Mikrogreifer nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Greifbacken (27, 28) mit V-Nut-Formelement (29) versehen sind.

3. Mikrogreifer nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Greifbacken (27, 28) mit sensorischen Komponenten (31, 32) ausgestattet sind.

4. Mikrogreifer nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Greifflächen mit piezoelektrischem Material beschichtet sind, durch das die Greifkräfte in elektrische Signale umgewandelt werden.

5. Mikrogreifer nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Greifarme (2, 3) mit elektrischen Leiterbahnen versehen sind.

6. Mikrogreifer nach einem der bisherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Substrat (1) aus Silizium ist.

7. Mikrogreifer nach einem der bisherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Piezotranslator zwischen den beiden Greiferarmen (2, 3) angeordnet ist.

8. Mikrogreifer nach einem der bisherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Biegegelenke (6, 7, 8, 9) sechseckigen Querschnitt besitzen.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

#### Patentansprüche

1. Mikrogreifer für die Mikromontage, bestehend aus

50

- a) einem Substrat,
- b) einem aus Silizium mikrotechnisch hergestellten Mikrostrukturkörper, der seinerseits aus b1) elastisch verformbaren Biegegelenken und

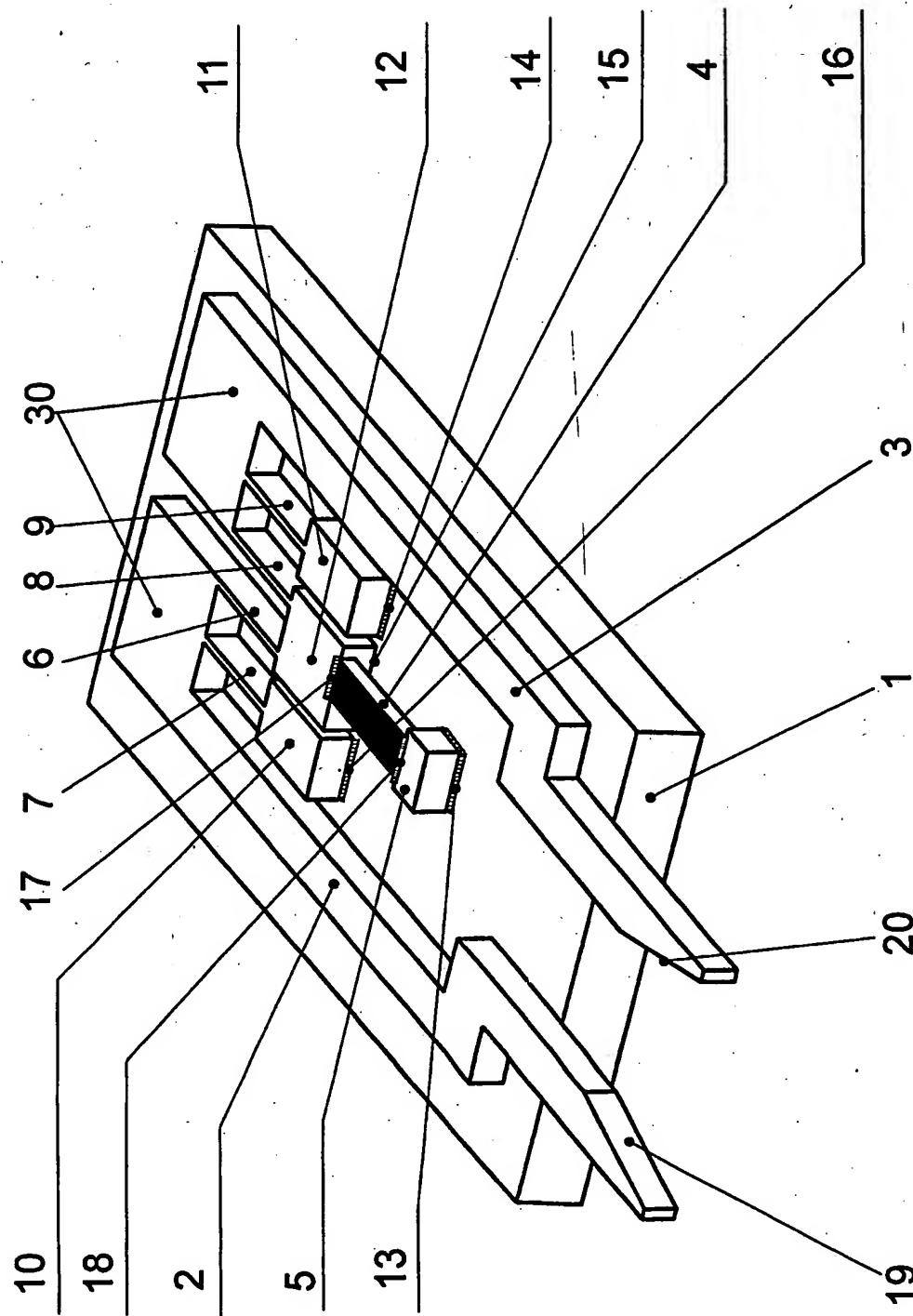
55

- b2) zwei Abtriebsgliedern, die die Greiferarme bilden, besteht und
- c) einem Piezotranslator, der als monomorphe Antrieb angeordnet ist,

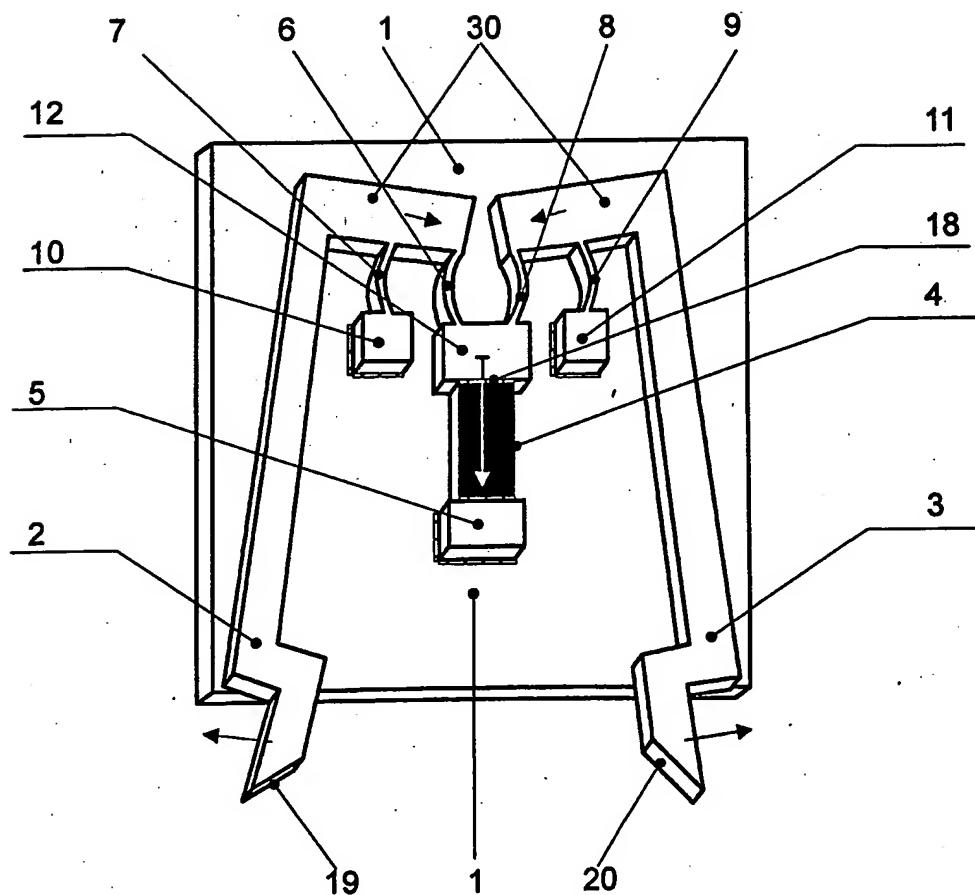
dadurch gekennzeichnet, daß der Mikrostrukturkörper (30) zusammen mit dem Piezotranslator (4) auf dem Substrat (1) derart befestigt ist, daß sich bei einer Längenänderung des Piezotranslators (4), hervorgerufen durch Anlegen einer elektrischen Spannung, die Kraftübertragungsstelle n, die gezielt so konstruiert sind, daß sie als Biegegelenke (6, 7, 8, 9) dienen, elastisch verformen und dadurch die Kraft bzw. die Bewegung mit einem bestimmten

60

65

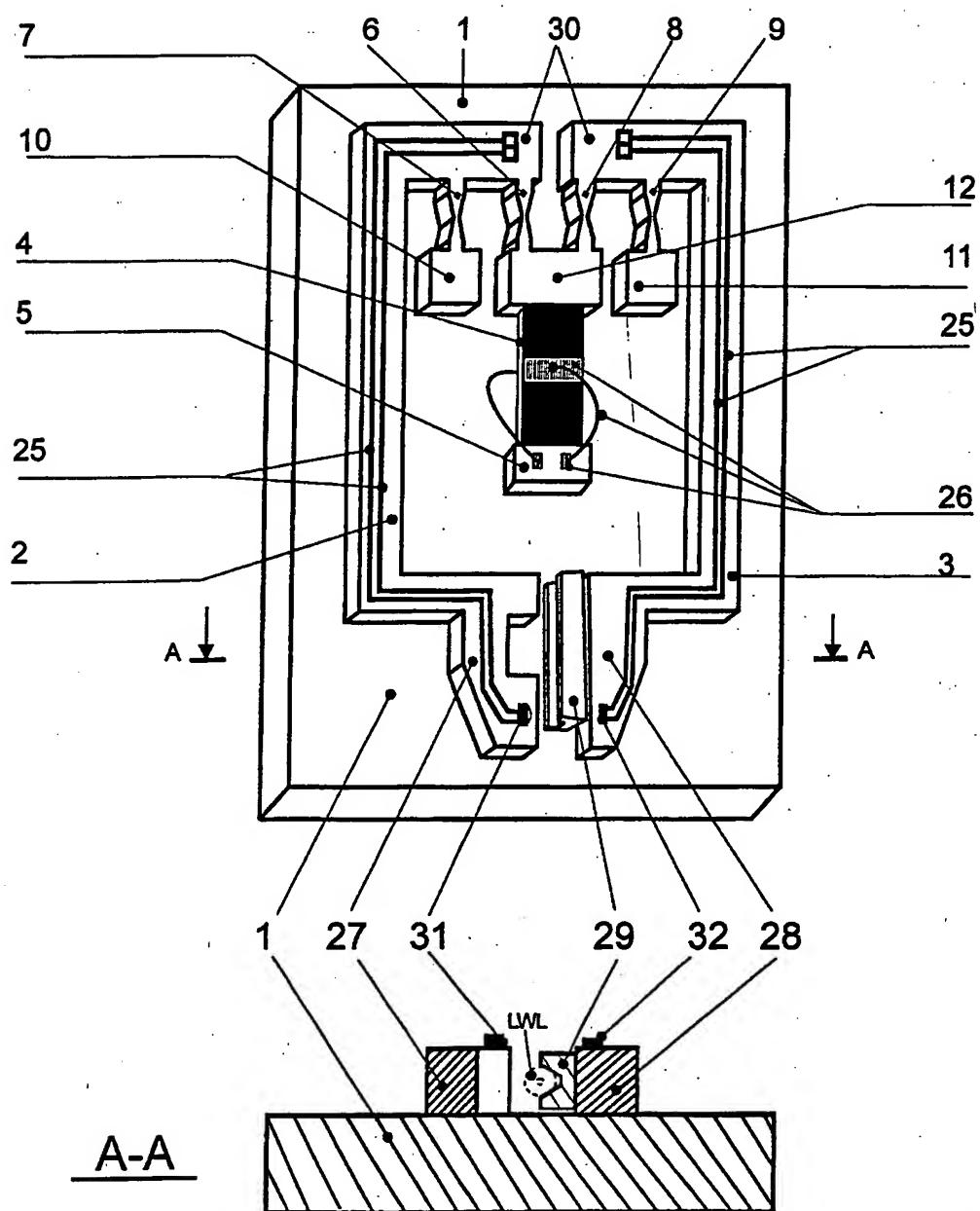


Figur Nr.1 \*



— = Kleb- bzw.  
Bondverbindung

Figur Nr. 2



Figur Nr. 3